

УДК 630*221.02

Н.Н. Теринов
(Отдел лесоведения БС УрО РАН)

ВЕДЕНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ТЕМНОХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА ЭКОЛОГО-ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ОСНОВЕ

Предложена стратегия ведения лесного хозяйства в темнохвойных насаждениях на длительную перспективу. Идея этой стратегии заключается в переходе чистых хвойных древостоев к хвойно-лиственным и обратно, при этом на каждом этапе реализуются свои специфические задачи, решается проблема смены пород.

Действующими правилами рубок главного и промежуточного пользования предписано сохранение на лесосеках подроста хвойных пород и уход за ним с целью формирования на вырубках в будущем хвойных молодняков [1, 2]. На практике в силу многих причин (в том числе и экономического плана) это не всегда достигается. Восстановление условно-коренных хвойных насаждений на месте сплошных вырубок естественным путем происходит в лучшем случае через формирование короткопроизводных, а как правило, длительно-производных хвойно-лиственных насаждений с участием в составе от 1 до 4 единиц хвойных деревьев в верхнем ярусе и наличием естественного возобновления хвойных пород под их пологом. Управление лесами до настоящего времени осуществляется, исходя из конъюнктурных соображений, - выращивание хвойной древесины и в кратчайшие сроки. Поэтому, чтобы миновать стадию произрастания производных лиственных древостоев на месте вырубок хвойных насаждений в хвойно-лиственных молодняках, действующими наставлениями по рубкам ухода [1] предписывается проведение высокоинтенсивных рубок ухода. Данное мероприятие и последующие уходы позволяют сформировать в будущем древостой с преобладающим участием хвойных пород в его составе. При этом не проводится анализ, не делаются выводы и не прогнозируются последствия, связанные с длительной реализацией этой политики. Экологический смысл процесса смены пород до конца не понят и игнорируется.

Смена хвойных пород на лиственные после проведения сплошнолесосечных рубок в ельниках - явление массовое, объективное, и его следует

рассматривать, как одну из восстановительных стадий в развитии, а возможно, и сохранении темнохвойных насаждений. Такая постановка вопроса не лишена оснований, если учесть, что после рубок за пределы экосистемы вместе с заготовленной древесиной выносятся около 30% элементов питания от их общего содержания в фитоценозе елового насаждения [3]. Возникает необходимость их восполнения. Это происходит в процессе роста производных лиственных древостоев на месте сплошных вырубок темнохвойных насаждений [4, 5]. В это время под воздействием и при участии ряда экологических факторов происходит ускорение обменных процессов, существенно улучшаются физико-химические свойства лесных почв [5, 6, 7].

Под пологом лиственных деревьев в благоприятных условиях формируется и произрастает подрост темнохвойных пород - основа будущего высокопродуктивного древостоя. Если вышеизложенное верно (что подтверждается соответствующими исследованиями), то не следует бороться с явлением «смена пород», а необходимо использовать его в практической деятельности. Реализовать данную стратегию можно, если действовать согласно теории развития темнохвойных насаждений Б.П. Колесникова [8] с обязательным и своевременным выполнением определенных хозяйственных мероприятий. Эта проблема может успешно решаться рубками ухода в процессе развития насаждения или несплошными рубками, но проводить их надо не шаблонно, а только в случае необходимости, с учетом таксационных характеристик, состояния насаждения и с использованием природосберегающих технологий.

Например, возможна ситуация, когда не следует торопиться с проведением сплошнолесосечной рубки в насаждении, где есть основание полагать, что по каким-то причинам естественное возобновление хвойных пород не перенесет резкого изменения экологической обстановки или не составит должной конкуренции поросли лиственных пород. В данном случае целесообразно проведение таких мероприятий, в результате которых можно было бы создать благоприятные условия для роста и развития подроста предварительной генерации, обеспечить сохранность древостоя и лесорастительной среды в целом. Такими мероприятиями могут быть какие-либо способы несплошных рубок или рубок ухода с использованием малогабаритной трелевочной техники. На первом этапе после главной рубки хвойно-лиственного древостоя из подроста предварительной генерации формируется условно-коренное темнохвойное насаждение с максимальным запасом хвойной древесины. На втором этапе после его вырубки - снова хвой-

но-лиственное насаждение с обязательным участием в составе от 1 до 4 единиц хвойных деревьев с лучшими морфологическими признаками. Эти деревья будут являться материнскими для темнохвойного подроста - основы будущего чистого ельника. Получается некая цикличность состояния насаждения. Все это поддается программированию и может реализоваться в электронной модели развития еловых насаждений в эксплуатационных лесах.

В природе похожий процесс уже происходит. После сплошных рубок в 1930-1940-е гг. к настоящему времени сформировались хвойно-лиственные спелые древостои, имеющие в своем составе до 4 единиц темнохвойных пород, со значительным количеством предварительного возобновления под их пологом. Задача в создавшихся условиях заключается в максимальном его сохранении в процессе рубки и успешной адаптации в последующий период. В данном случае лесообразовательный процесс оказался неконтролируемым.

После вырубki с самого начала формирования производного древостоя не была заложена стратегия, не поставлены четкие задачи, не прогнозировался результат. Лесохозяйственные мероприятия назначались, исходя из состояния древостоя в конкретной стадии развития (онтогенеза), и если эти мероприятия проводились, то их связь на практике сводилась к достижению в основном экономических целей, предполагающих реализацию древесины. В будущем необходимо построить хозяйство так, чтобы в процессе развития производного хвойно-лиственного насаждения в первую очередь содействовать (где необходимо) появлению естественного возобновления, обеспечить благоприятные условия для его роста и развития и подготовить темнохвойный подрост к существенному изменению экологических условий, т.е. подойти к главной рубке с готовым, адаптированным, благонадежным естественным возобновлением. Во всей системе лесовосстановительных смен смена хвойных древостоев на лиственные и обратно будет являться стратегическим направлением лесообразовательного процесса, а включение в эту систему комплекса лесохозяйственных мероприятий и природосберегающих технологий - практической его реализацией. В свою очередь, это потребует уточнений и дополнений некоторых таксационных характеристик насаждений при проведении лесоустроительных работ и внесение изменений в наставления по рубкам ухода и в правила рубок главного пользования.

Данная стратегия развития лесных экосистем может быть использована для других хвойных насаждений, например сосняков, так как в них

также наблюдается активная смена хвойных пород на лиственные после проведения рубок и стремление при определенных условиях к образованию условно-коренных древостоев по прошествии некоторого времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наставление по рубкам ухода в лесах Урала. - М., 1994. - 100 с.
2. Правила рубок главного пользования в лесах Урала. - М., 1994. - 33 с.
3. Казимиров Н.И, Морозов Р.М. Биологический кругооборот веществ в ельниках Карелии. - Л., 1973. - 175 с.
4. Дедков В.С. и др. Рубки леса и свойства горно-лесных буроподзолистых почв Среднего Урала // Антропогенное воздействия на свойства почв. - Свердловск, 1987. - С. 21 - 35.
5. Межибовский А.М. и др. Изменение некоторых экологических свойств ели в зависимости от состава насаждений // Лесоведение. 1970. № 1. С. 9 - 17.
6. Структура и динамика таежных лесов. - Новосибирск, 1994. - 167 с.
7. Фирсова В.П., Павлова Т.С., Прокопович Е.В. Круговорот азота в еловых биогеоценозах Среднего Урала // Проблемы лесоведения и лесной экологии. - М., 1990. Ч. 1. - С. 293 - 295.
8. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. - Свердловск, 1973. - 175 с.

УДК 551.588.6:581.132 (470.22)

В.А. Усольцев, В.И. Марковский, С.В. Максимов, О.А. Ефименко,
О.А. Петелина, А.В. Шукин, И.В. Платонов, Е.В. Белоусов, В.В. Терентьев
(Уральский государственный лесотехнический университет)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Впервые для Уральского и прилегающих к нему регионов сформирована база данных о фитомассе 9 лесообразующих древесных пород в количестве 1130 определений. Рассчитаны уравнения зависимости запасов углерода от массообразующих показателей и путем стыковки их с данными

ГУЛФ впервые получены данные о запасах углерода на лесопокрытых и общих площадях каждого из 48 лесхозов Свердловской области. Общие запасы углерода составили 690 млн т, в том числе в надземной фитомассе – 560 млн т.

Точность оценки запасов углерода на лесопокрытых площадях определяется количеством их экспериментальных определений на ключевых участках (пробных площадях). В известных мировых сводках о запасах углерода по Уральскому региону никаких данных нет. В литературе отсутствуют также какие-либо сведения о запасах углерода в лесах Уральского региона в разрезе лесхозов. Поэтому первоочередную важность представляет формирование наиболее представленной на сегодня базы данных о запасах углерода (фитомассы) в Уральском регионе с привлечением всех имеющихся опубликованных данных.

Подобная работа была выполнена авторами, и в результате сформирована база данных о запасах фитомассы в насаждениях основных лесобразующих древесных пород Урала и прилегающих к нему регионов, которая состоит из 1130 определений (включая полученные в ходе разработки проекта), в том числе: сосна – 306, ель – 46, пихта – 33, лиственница – 166, кедр – 95, береза – 147, осина – 66, ольха серая – 34, ольха черная – 28, липа – 209 определений запасов углерода, т/га. Для каждой древесной породы рассчитаны регрессионные модели, описывающие зависимость фитомассы в абсолютно сухом состоянии P_i , т/га, каждой фракции (стволы, ветви, хвоя, корни, нижние ярусы) соответственно P_S, P_B, P_F, P_R, P_U , т/га, от возраста A , лет, и запаса M , м³/га, насаждения. Общий вид модели:

$$\ln P_i \text{ или } \ln(P_i/M) = f[\ln A, (\ln A)^2, \ln M, \ln(P_B/M), \ln(P_F/M)]. \quad (1)$$

Несмотря на относительно низкие коэффициенты детерминации для некоторых фракций, все приведенные в табл. 1 константы статистически значимы на уровне t_{05} . Ранее [1, 2], а также в двух других наших статьях настоящего сборника обосновывается и применяется структура моделей фитомассы с большим количеством массообразующих показателей в качестве независимых переменных, предназначенных для многовариантного применения, в частности, для стыковки моделей с ТХР либо с повыдельными банками лесоустроительных данных. Поскольку последними располагает лишь половина лесхозов Свердловской области, упомянутая унифицированная структура модели в нашем случае не может быть применена.

Таблица 1

Характеристика уравнений (1) для лесообразующих древесных пород Урала

| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные | | | | | R^2 | SE |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------|----------------|--------------|------------------|-------|-------|
| | a_0 | $a_1(\ln A)$ | $a_2(\ln A)^2$ | $a_3(\ln M)$ | $a_4 \ln(P_F/M)$ | | |
| Лиственница | | | | | | | |
| $\ln P_S$, т/га | -0,8145 | 0,0396 | - | 0,9956 | - | 0,992 | 0,106 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | 1,4611 | -1,7473 | 0,1777 | - | - | 0,288 | 0,236 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | -0,9048 | -0,3814 | - | - | 0,5662 | 0,519 | 0,367 |
| $\ln P_R$, т/га | -1,2790 | 0,3425 | - | 0,5960 | - | 0,856 | 0,504 |
| $\ln P_U$, т/га | 1,7538 | 0,6194 | - | -0,8091 | - | 0,501 | 0,762 |
| Сосна | | | | | | | |
| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные | | | | | R^2 | SE |
| | a_0 | $a_1(\ln A)$ | $a_2(\ln A)^2$ | $a_3(\ln M)$ | $a_4 \ln(P_F/M)$ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $\ln P_S$, т/га | -1,2149 | 0,3145 | -0,0349 | 0,9366 | - | 0,974 | 0,151 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | -1,9419 | 0,2167 | - | - | 0,5508 | 0,559 | 0,300 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | 7,5882 | -4,9154 | 0,5260 | - | - | 0,706 | 0,441 |
| $\ln P_R$, т/га | -0,9580 | - | - | 0,7821 | - | 0,706 | 0,429 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | -1,5852 | 1,0249 | - | -1,4294 | - | 0,649 | 0,960 |
| Ель | | | | | | | |
| $\ln P_S$, т/га | -0,6161 | - | - | 0,9605 | - | 0,982 | 0,134 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | 1,4929 | -1,3734 | 0,1940 | - | 0,6856 | 0,800 | 0,213 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | 6,0568 | -3,7282 | 0,3798 | - | - | 0,786 | 0,298 |
| $\ln(P_R/M)$, т/м ³ | 2,7612 | - | - | -0,8556 | - | 0,840 | 0,234 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | 4,3825 | - | - | -1,5607 | - | 0,750 | 0,765 |
| Пихта | | | | | | | |
| $\ln P_S$, т/га | 2,3780 | -1,5254 | 0,1689 | 0,9886 | - | 0,955 | 0,129 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | 7,6323 | -4,1512 | 0,4913 | - | 0,5753 | 0,872 | 0,181 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | 15,0651 | -7,7931 | 0,8211 | - | - | 0,826 | 0,226 |
| $\ln P_R$, т/га | -2,9922 | - | - | 1,0748 | - | 0,902 | 0,179 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | -2,7293 | 0,6354 | - | -0,8855 | - | 0,509 | 0,442 |
| Кедр | | | | | | | |
| $\ln P_S$, т/га | -1,1105 | - | - | 1,0470 | - | 0,988 | 0,167 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | -5,3615 | 2,4578 | -0,2575 | - | 0,9188 | 0,899 | 0,307 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | 3,8772 | -2,4564 | 0,1971 | - | - | 0,848 | 0,390 |
| $\ln P_R$, т/га | -1,6951 | - | - | 0,9063 | - | 0,945 | 0,218 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | 1,0038 | 0,4517 | - | -1,3257 | - | 0,790 | 0,552 |

Окончание табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|-------|-------|
| Береза | | | | | | | |
| $\ln P_{S_0}$, т/га | -0,7536 | - | - | 1,0154 | - | 0,991 | 0,106 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | -1,8086 | 0,1202 | - | - | 0,2838 | 0,456 | 0,163 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | 1,4164 | -2,2059 | 0,2151 | - | - | 0,771 | 0,304 |
| $\ln P_R$, т/га | -0,0821 | - | - | 0,6536 | - | 0,860 | 0,341 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | 1,2350 | 0,2981 | - | -1,3447 | - | 0,731 | 0,105 |
| Осина | | | | | | | |
| $\ln P_{S_0}$, т/га | -0,7897 | 0,1124 | - | 0,9261 | - | 0,984 | 0,161 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | -1,0142 | 0,8695 | - | - | 1,0947 | 0,743 | 0,299 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | 1,7256 | -2,5244 | 0,2374 | - | - | 0,731 | 0,389 |
| $\ln P_R$, т/га | -1,2991 | - | - | 0,8939 | - | 0,852 | 0,356 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | 0,5967 | - | - | -1,0621 | - | 0,763 | 0,615 |
| Ольха серая | | | | | | | |
| $\ln P_{S_0}$, т/га | -0,6976 | 0,1218 | - | 0,8864 | - | 0,984 | 0,135 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | -0,1682 | -1,9427 | 0,3080 | - | - | 0,758 | 0,230 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | 2,1098 | -3,9122 | 0,5991 | - | - | 0,847 | 0,390 |
| $\ln(P_R/M)$, т/м ³ | -2,6039 | 2,7978 | -0,4861 | -0,7834 | - | 0,896 | 0,283 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | -2,7464 | 0,8987 | - | -0,8226 | - | 0,450 | 0,719 |
| Ольха черная | | | | | | | |
| $\ln P_{S_0}$, т/га | -0,3275 | -0,2818 | - | 1,1265 | - | 0,894 | 0,156 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | -2,4008 | - | - | - | 0,1476 | 0,306 | 0,152 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | -0,3735 | - | - | -0,7524 | - | 0,841 | 0,337 |
| $\ln P_R$, т/га | -1,3891 | 0,3286 | - | 0,6470 | - | 0,903 | 0,128 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | 1,1616 | - | - | -1,0462 | - | 0,623 | 0,415 |
| Липа | | | | | | | |
| Зависимые переменные | Константы и независимые переменные | | | | | R^2 | SE |
| | a_0 | $a_1(\ln A)$ | $a_2(\ln A)^2$ | $a_3(\ln M)$ | $a_4 \ln(P_F)$ | | |
| $\ln P_{S_0}$, т/га | -1,4452 | 0,2491 | -0,0238 | 1,0030 | - | 0,999 | 0,028 |
| $\ln(P_B/M)$, т/м ³ | -3,2115 | 1,6353 | -0,1508 | -0,8069 | 0,6183 | 0,856 | 0,150 |
| $\ln(P_F/M)$, т/м ³ | -1,5583 | 0,9921 | -0,1312 | -0,9014 | - | 0,931 | 0,184 |
| $\ln(P_R/M)$, т/м ³ | 2,5159 | - | - | -0,7900 | - | 0,884 | 0,303 |
| $\ln(P_U/M)$, т/м ³ | 10,242 | -10,418 | 1,0860 | 1,6729 | - | 0,846 | 0,533 |

В нашей работе [3] предлагается расчетный метод определения недостающих в сводных лесоустроительных данных массообразующих показателей – среднего диаметра стволов и густоты. Тем не менее мы в данном

случае не используем такой метод, поскольку пока неизвестно, каков уровень ошибки при расчете упомянутых недостающих показателей.

По данным Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ) определены по группам возраста занимаемые площади и запасы стволовой древесины каждой из названных пород в каждом из 49 лесхозов Свердловской области. Путем табулирования моделей (1) по запасу стволов и возрасту насаждений рассчитаны запасы фитомассы для каждого лесхоза по совокупности произрастающих в них древесных пород. Пример расчета для Алапаевского лесхоза дан в табл. 2.

Путем деления полученных запасов фитомассы на лесопокрытую и общую площади лесхозов получены распределения по лесхозам запасов фитомассы, отнесенных к 1 га соответственно лесопокрытой и общей площадей (табл. 3).

Фитомасса насаждений переведена на показатель органического углерода по коэффициенту 0,5 [4], и составлены картосхемы распределения запасов углерода в надземной и общей фитомассе лесов (рис. 1 и 2) для Свердловской области. Общие запасы углерода по Свердловской области составили 630 млн т, в том числе по породам: сосна – 235, ель – 113, пихта – 9, лиственница – 1, кедр – 51, береза – 187, осина – 30, ольха – 1, липа – 3 млн т.

На сегодня имеются данные о запасах углерода Свердловской области в целом, полученные по обобщенным данным ГУЛФ без детализации их территориального распределения в пределах области [5] и составляющие 550 млн т, включая почвенный углерод. Очевидно, что этот показатель В.А. Алексеевым и Р.А. Бердси [5] занижен по сравнению с нашим примерно на 15 %. При том, что наши результаты занижены на величину углерододепонирующей емкости нелесных и не покрытых лесом площадей, которая составляет около 10 % от соответствующей емкости лесных площадей [6]. Не учтены в нашей работе и запасы углерода в почвах, а также огромные запасы его в торфе болот, но эти категории не входят в объем понятия фитомассы: это - детриты, входящие в расходную часть углеродного баланса.

Полученные для Урала показатели примерно на порядок выше аналогичных показателей европейских стран, что подтверждают, в частности, имеющиеся данные [7] по Англии (рис. 3).

Таблица 2

Расчет запасов фитомассы (тыс. т) лесобразующих пород на общей площади
Алапаевского лесхоза по известным запасам стволовой древесины и возрастным группам

| Порода* | Фитомасса в абсолютно сухом состоянии | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| | Стволы | | | | | | | | | | Хвоя | | | | | Ветви | | |
| | 1** | 2 | 3 | 4 | 5 | Всего: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Всего: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Всего: |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| С | 120,4 | 1009,8 | 4539,5 | 3106,5 | 2831,9 | 11608 | 92,27 | 83,10 | 209,90 | 106,28 | 102,14 | 593,69 | 33,27 | 97,87 | 352,93 | 231,10 | 243,26 | 958,44 |
| Е | 33,12 | 155,9 | 563,4 | 513,4 | 1008,5 | 2274 | 40,19 | 36,68 | 84,62 | 57,15 | 105,08 | 323,72 | 24,87 | 29,02 | 79,80 | 69,20 | 164,86 | 367,76 |
| П | 2,68 | 16,82 | 39,07 | 25,30 | 20,92 | 104,80 | 15,29 | 5,97 | 6,50 | 2,68 | 2,14 | 32,57 | 16,11 | 6,09 | 7,36 | 3,74 | 3,89 | 37,19 |
| Лп | - | - | 0,35 | 0,41 | 4,11 | 4,88 | - | - | 0,01 | 0,01 | 0,09 | 0,12 | - | - | 0,05 | 0,05 | 0,46 | 0,56 |
| К | 1,36 | 10,17 | 364,92 | 189,97 | 94,94 | 661,36 | 1,68 | 2,71 | 48,58 | 17,36 | 6,74 | 77,07 | 0,61 | 3,30 | 90,17 | 37,13 | 14,47 | 145,69 |
| Б | 113,27 | 373,59 | 4566,6 | 735,12 | 1363,5 | 7152,1 | 47,80 | 38,13 | 246,92 | 28,60 | 46,87 | 408,33 | 29,40 | 73,12 | 180,26 | 124,39 | 229,68 | 1257,85 |
| Ос | 69,35 | 159,87 | 1051,49 | 431,13 | 397,66 | 2109,5 | 27,57 | 11,92 | 36,45 | 9,68 | 7,57 | 93,19 | 34,42 | 33,11 | 172,34 | 68,71 | 66,50 | 375,08 |
| Ол | 0,53 | 0,98 | 6,22 | 1,00 | 4,60 | 13,33 | 0,09 | 0,04 | 0,18 | 0,04 | 0,21 | 0,55 | 0,10 | 0,09 | 0,52 | 0,09 | 0,51 | 1,31 |
| Лп | - | 0,04 | 0,38 | - | - | 0,42 | - | 0,01 | 0,02 | - | - | 0,02 | - | 0,01 | 0,06 | - | - | 0,07 |
| Итого | 340,7 | 1727,2 | 11131,9 | 5002,8 | 5726,1 | 23929 | 224,9 | 178,6 | 633,2 | 221,8 | 270,9 | 1529,3 | 138,8 | 242,6 | 1504,5 | 534,4 | 723,6 | 3143,9 |

| Порода* | Фитомасса в абсолютно сухом состоянии | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------------|---------|----------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Корни | | | | | | | | | | Нижние ярусы | | | | | Раст. | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Всего: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Всего: | Р _{abo} *** | Р _{tot} *** | Р _{tot} ^{abo} | Р _{tot} ^{abo} | Р _{tot} ^{abo} | Р _{tot} ^{abo} |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| С | 46,49 | 236,66 | 881,45 | 573,17 | 585,29 | 2323,05 | 6,366 | 12,589 | 32,906 | 31,508 | 97,144 | 180,512 | 13160,18 | 15483,23 | 133,13 | 156,31 | 133,13 | 156,31 |
| Е | 146,55 | 146,01 | 245,36 | 167,47 | 379,11 | 1084,50 | 144,853 | 37,719 | 32,718 | 17,397 | 44,519 | 277,206 | 2965,75 | 4050,25 | 92,97 | 124,06 | 92,97 | 124,06 |
| П | 0,21 | 2,88 | 8,26 | 5,97 | 4,72 | 22,03 | 0,126 | 0,523 | 1,036 | 0,635 | 0,725 | 3,044 | 174,56 | 196,58 | 81,17 | 91,24 | 81,17 | 91,24 |
| Лп | - | - | 0,08 | 0,11 | 1,22 | 1,41 | - | - | 0,002 | 0,003 | 0,035 | 0,041 | 5,55 | 6,97 | 169,48 | 212,35 | 169,48 | 212,35 |
| К | 0,46 | 2,80 | 95,96 | 50,34 | 25,51 | 175,08 | 0,255 | 0,401 | 12,618 | 8,923 | 6,319 | 28,517 | 884,12 | 1059,20 | 114,72 | 136,73 | 114,72 | 136,73 |
| Б | 87,30 | 196,68 | 1606,90 | 224,76 | 404,43 | 2520,06 | 40,227 | 43,933 | 145,211 | 16,050 | 28,719 | 274,139 | 8818,25 | 11338,31 | 65,34 | 83,45 | 65,34 | 83,45 |
| Ос | 32,00 | 62,48 | 370,96 | 142,00 | 125,89 | 733,32 | 18,018 | 9,963 | 28,594 | 7,819 | 5,133 | 69,528 | 2577,78 | 3311,10 | 53,49 | 68,31 | 53,49 | 68,31 |
| Ол | 0,26 | 0,56 | 2,15 | 0,19 | 0,49 | 3,65 | 0,034 | 0,087 | 0,693 | 0,144 | 0,611 | 1,569 | 15,19 | 18,84 | 31,85 | 38,80 | 31,85 | 38,80 |
| Лп | - | 0,08 | 0,27 | - | - | 0,34 | - | 0,002 | 0,008 | - | - | 0,010 | 0,51 | 0,85 | 47,25 | 78,57 | 47,25 | 78,57 |
| Итого | 313,27 | 648,14 | 3211,38 | 1164,01 | 1526,66 | 6863,5 | 209,88 | 105,22 | 253,79 | 82,48 | 183,21 | 834,57 | 28601,9 | 35465,3 | 88,01 | 108,54 | 88,01 | 108,54 |

* С – сосна, Е – ель, П – пихта, Лп – лиственница, К – кедр, Б – береза, Ос – осина, Ол – ольха серая, Лп – липа.

** 1 – молодняки I класса возраста, 2 – то же, II класса возраста, 3 – средневозрастные, 4 – приростающие, 5 – спелые и перестойные насаждения. *** P_{abo} – надземная и P_{tot} – общая (надземная и подземная) фитомасса, тыс. т

Таблица 3

Распределение общих и в расчете на 1 га запасов фитомассы по лесхозам
Свердловской области

| № | Общие запасы фитомассы по лесхозам области, тыс. т | | | | | | В расчете | | | |
|-----|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| | | | | | | | на лесопокрывную площадь, т/га | | на общую площадь, т/га | |
| | P_S | P_F | P_B | P_U | P_R | Итого | P_{abo} | P_{tot} | P_{abo} | P_{tot} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 23929 | 1529 | 3144 | 835 | 6863 | 36300 | 88 | 109 | 80 | 99 |
| 2 | 6880 | 586 | 1030 | 448 | 2102 | 11046 | 122 | 151 | 112 | 139 |
| 3 | 6227 | 326 | 603 | 79 | 1336 | 8571 | 138 | 164 | 118 | 140 |
| 4 | 6295 | 596 | 960 | 455 | 1947 | 10253 | 127 | 157 | 119 | 147 |
| 5 | 2567 | 165 | 355 | 105 | 742 | 3934 | 68 | 84 | 62 | 77 |
| 6 | 8650 | 441 | 895 | 127 | 1915 | 12028 | 149 | 177 | 129 | 154 |
| 7 | 9358 | 1053 | 1651 | 525 | 3616 | 16203 | 87 | 112 | 80 | 103 |
| 8 | 13506 | 945 | 1857 | 238 | 3387 | 19934 | 156 | 187 | 140 | 169 |
| 9 | 5752 | 250 | 557 | 45 | 1132 | 7735 | 212 | 249 | 186 | 218 |
| 10 | 16741 | 1117 | 2486 | 431 | 4671 | 25447 | 107 | 131 | 100 | 123 |
| 11 | 57056 | 4247 | 8405 | 2735 | 17156 | 89600 | 77 | 95 | 49 | 61 |
| 12 | 8856 | 476 | 924 | 159 | 2061 | 12476 | 111 | 132 | 100 | 119 |
| 13 | 51912 | 4563 | 9195 | 3007 | 18722 | 87399 | 85 | 108 | 43 | 55 |
| 14 | 7704 | 498 | 1040 | 268 | 2214 | 11724 | 83 | 103 | 77 | 94 |
| 15 | 11039 | 788 | 1580 | 416 | 3257 | 17082 | 110 | 136 | 102 | 126 |
| 16 | 3655 | 189 | 433 | 46 | 878 | 5201 | 132 | 159 | 114 | 137 |
| 17 | 3655 | 189 | 433 | 46 | 878 | 5201 | 115 | 141 | 85 | 104 |
| 18 | 48249 | 4141 | 6989 | 2125 | 15118 | 76620 | 108 | 135 | 99 | 123 |
| 19 | 7752 | 528 | 1146 | 375 | 2403 | 12204 | 94 | 117 | 83 | 103 |
| 20 | 13498 | 1300 | 2214 | 489 | 4281 | 21781 | 115 | 143 | 106 | 132 |
| 21 | 5484 | 405 | 767 | 175 | 1626 | 8457 | 111 | 137 | 98 | 121 |
| 22 | 11844 | 1282 | 1958 | 926 | 4554 | 20563 | 79 | 102 | 73 | 94 |
| 23 | 9366 | 570 | 988 | 235 | 2273 | 13432 | 111 | 133 | 94 | 113 |
| 24 | 14149 | 1586 | 2422 | 528 | 4494 | 23179 | 110 | 136 | 96 | 119 |
| 25 | 35282 | 2921 | 5096 | 1500 | 11209 | 56007 | 107 | 133 | 96 | 120 |
| 26 | 51953 | 3676 | 7074 | 1502 | 14449 | 78654 | 114 | 139 | 105 | 129 |
| 26a | 2155 | 160 | 261 | 53 | 541 | 3169 | 132 | 159 | 117 | 141 |
| 27 | 13159 | 827 | 1561 | 249 | 3149 | 18945 | 141 | 169 | 126 | 151 |
| 28 | 5845 | 301 | 785 | 125 | 1579 | 8636 | 99 | 121 | 83 | 101 |
| 29 | 8397 | 603 | 1113 | 170 | 2118 | 12401 | 139 | 167 | 120 | 145 |
| 30 | 9925 | 546 | 946 | 157 | 2137 | 13711 | 131 | 155 | 114 | 135 |

Окончание табл. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|-----|-----|-----|-----|
| 31 | 10093 | 686 | 1414 | 406 | 3152 | 15751 | 93 | 116 | 76 | 95 |
| 32 | 7005 | 333 | 664 | 74 | 1414 | 9489 | 180 | 211 | 155 | 182 |
| 33 | 15807 | 1329 | 2043 | 651 | 4563 | 24393 | 85 | 105 | 74 | 91 |
| 34 | 29443 | 1922 | 3837 | 799 | 7754 | 43756 | 107 | 130 | 87 | 105 |
| 34a | 24863 | 1734 | 3443 | 1128 | 7535 | 38702 | 75 | 94 | 65 | 80 |
| 35 | 3778 | 215 | 493 | 83 | 976 | 5544 | 104 | 126 | 91 | 111 |
| 36 | 34286 | 2490 | 4479 | 1349 | 9929 | 52532 | 72 | 89 | 58 | 71 |
| 37 | 11027 | 529 | 1260 | 132 | 2508 | 15456 | 149 | 178 | 132 | 157 |
| 38 | 18202 | 807 | 1759 | 165 | 3577 | 24509 | 203 | 237 | 177 | 207 |
| 39 | 26118 | 1398 | 3681 | 673 | 7375 | 39245 | 100 | 123 | 62 | 76 |
| 40 | 39561 | 2791 | 5891 | 1802 | 12104 | 62149 | 84 | 104 | 51 | 63 |
| 41 | 11991 | 609 | 1617 | 231 | 3126 | 17573 | 114 | 139 | 97 | 118 |
| 42 | 13469 | 777 | 1517 | 221 | 3229 | 19213 | 115 | 138 | 100 | 120 |
| 43 | 17026 | 1005 | 2470 | 752 | 5204 | 26457 | 78 | 98 | 68 | 85 |
| 44 | 8035 | 384 | 811 | 102 | 1685 | 11017 | 162 | 192 | 133 | 157 |
| 45 | 8748 | 1269 | 1578 | 1160 | 4348 | 17103 | 71 | 95 | 66 | 88 |
| 46 | 45473 | 3729 | 6227 | 2288 | 13198 | 70915 | 80 | 99 | 64 | 79 |
| 47 | 12284 | 1238 | 2009 | 729 | 4379 | 20638 | 104 | 132 | 86 | 109 |
| Итого по области | | | | | | | | | | |
| | 817420 | 59997 | 114050 | 31326 | 238793 | 1261586 | 97 | 120 | 75 | 93 |

Примечания: I. Номерами в левой колонке обозначены лесхозы: 1 – Алапаевский, 2 – Артинский, 3 – Асбестовский, 4 – Ачинский, 5 – Байкаловский, 6 – Березовский, 7 – Бисертский, 8 – Билимбаевский, 9 – Верх-Исетский, 10 – Верхотурский, 11 – Гаринский, 12 – Егоршинский, 13 – Ивдельский, 14 – Ирбитский, 15 – Исовский, 16 – Каменск-Уральский, 17 – Камышловский, 18 – Карпинский, 19 – Красноуральский, 20 – Красноуфимский, 21 – Кировоградский, 22 – Кушвинский, 23 – Невьянский, 24 – Нижне-Сергинский, 25 – Нижне-Тагильский, 26 – Новолялинский, 26а – Новоуральский, 27 – Полевской, 28 – Пышминский, 29 – Ревдинский, 30 – Режевский, 31 – Салдинский, 32 – Свердловский, 33 – Североуральский, 34 – Серовский, 35 – Слободо-Туринский, 35а – Синячихинский, 36 – Со́тринский, 37 – Сухоложский, 38 – Сысертский, 39 – Тавдинский, 40 – Таборинский, 41 – Талицкий, 42 – Тугулымский, 43 – Туринский, 44 – Уралмашевский, 45 – Шамарский, 46 – Оусский, 47 – Шалинский.

II. На рис. 1 и 2 лесхозы №№ 26 и 26а объединены под № 26, а лесхозы №№ 35 и 35а - под № 35.

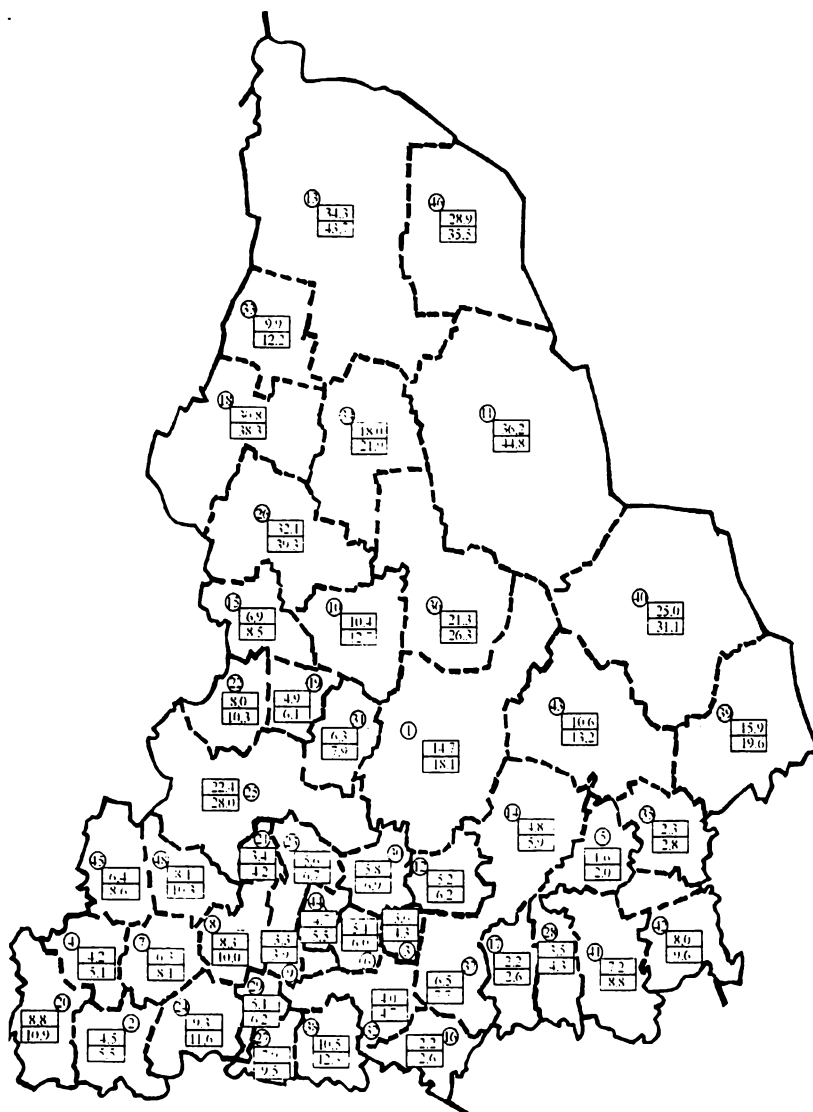


Рис. 1. Распределение общих запасов углерода в надземной (числитель) и общей (знаменатель) фитомассе (млн т) по лесхозам Свердловской области. Номерами обозначены лесхозы, см. табл. 3

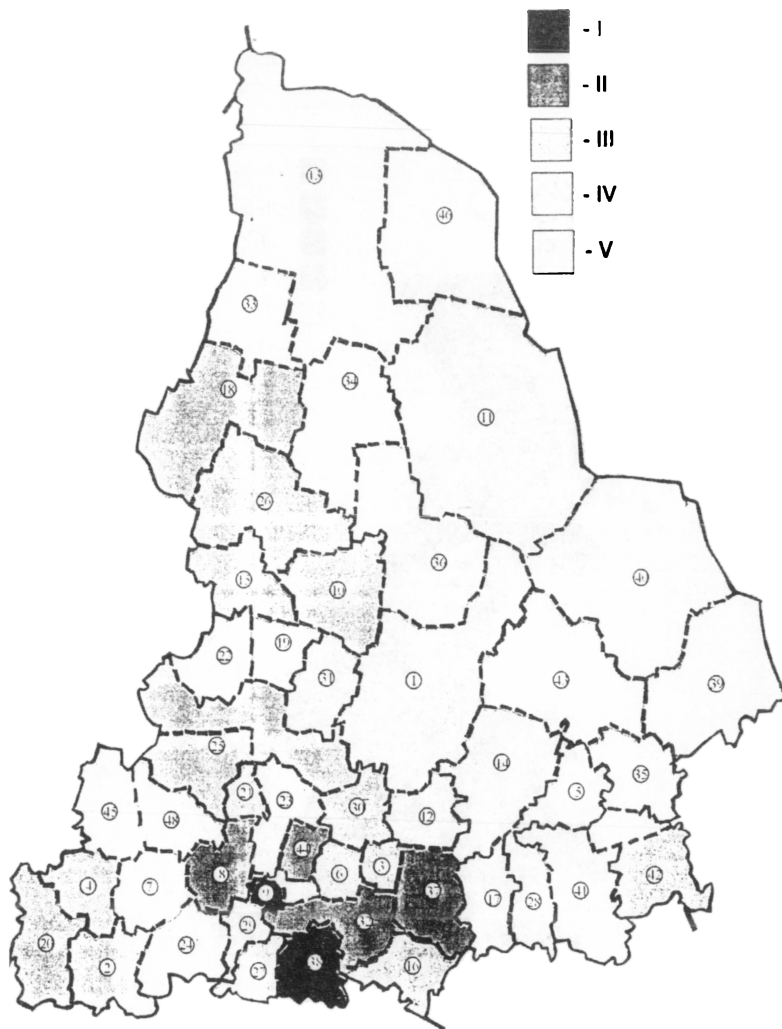


Рис. 2. Распределение запасов углерода (т/га) в общей (надземной и подземной) фитомассе на территории Свердловской области. Номера в кружках соответствуют названиям лесхозов, приведенным в табл. 3.
 Диапазоны запасов углерода, т/га: I - > 95; II - 75-95; III - 60-75;
 IV - 40-60; V - < 40

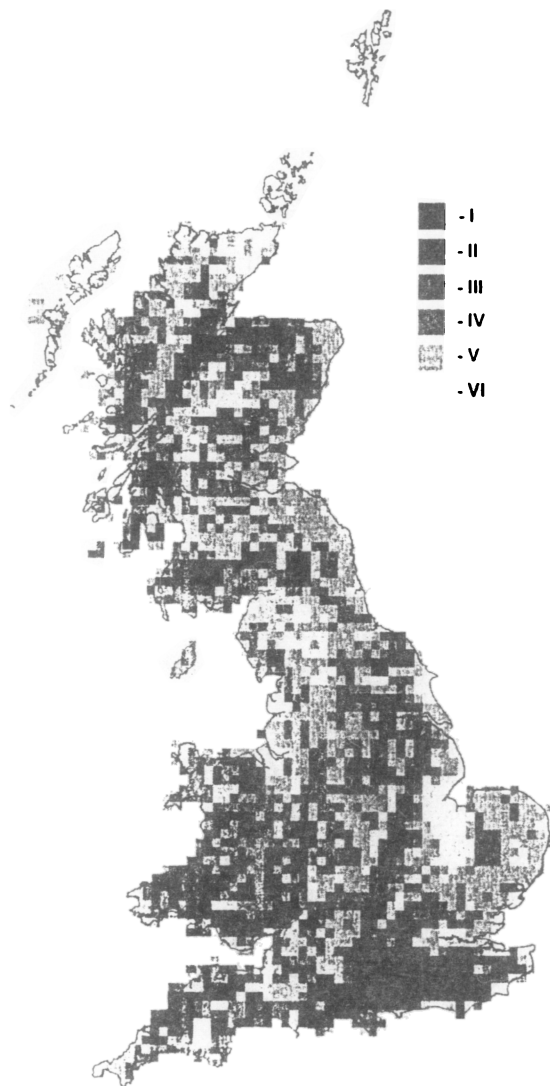


Рис. 3. Распределение запасов углерода (т/га) в общей (надземной и подземной) фитомассе на территории Британии [7]. Диапазоны запасов углерода, т/га: I - > 10; II - 8-10; III - 6-8; IV - 4-6; V - 2-4; VI - < 2

Таким образом, впервые для Уральского региона сформирована база данных о содержании углерода в надземной и подземной фитомассе в количестве 1130 определений для 9 лесообразующих древесных пород. Рассчитаны модели зависимости запасов углерода от массообразующих показателей и путем стыковки их с данными ГУЛФ впервые получены данные о запасах углерода на лесопокрытых и общих площадях каждого из 49 лесхозов Свердловской области. С учетом нелесных и не покрытых лесом площадей общие запасы углерода в надземной фитомассе составляют около 560 и в общей – около 690 млн т.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 00-05-64532 и 01-04-964524).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. - Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 541 с.
2. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. - Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2001. - 708 с.
3. Усольцев В. А., Галако В. А., Колтунова А. И. Совмещение моделей фитомассы лесообразующих пород Среднего Урала с данными лесоустройства // Леса Урала и хоз-во в них. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. Вып. 22. - С. 102-110.
4. Кобак К. И. Биотические компоненты углеродного цикла. - Л.: Гидрометеиздат. 1988. - 248 с.
5. Алексеев В. А., Бердси Р. А. Углерод в экосистемах лесов и болот России. - Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1994. - 224 с.
6. Исаев А. С. и др. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России // Лесоведение. 1993. № 5. С. 3 - 10.
7. Cannell M.G.R., Milne R. Carbon pools and sequestration in forest ecosystems in Britain // Forestry. 1995. Vol. 68. No. 4. P. 361-378.